บทที่ 3
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในงานวิจัยนี้จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่เกี่ยวกับทฤษฎีทางฟิสิกส์ และส่วนที่เกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์

ตอนที่ 1 ส่วนที่เกี่ยวกับทฤษฎีทางฟิสิกส์

3.1 กำลัง

ตามนิยามกำลังมีหน่วยเป็นอัตราส่วนระหว่างหน่วยของงานกับหน่วยของเวลา โดยกำลังในขณะใดขณะหนึ่ง (Instantaneous power) มีนิยามว่าเป็นงานที่ทำต่อหนึ่งหน่วยเวลาในระหว่างช่วงเวลา dt น้อยๆ นั่นคือ

$$P = \frac{dW}{dt} \tag{3.1}$$

และจากนิยามของงานคือ ขนาดของการกระจัดคูณกับแรงในแนวการกระจัด ถ้าพิจารณาในช่วงเวลา dt น้อยๆ งานdw ที่ทำโดยแรง F ในช่วงการกระจัด dr มีนิยามว่าเป็น scalar product

$$dW = Fdr \tag{3.2}$$

ดังนั้น กำลังจึงสามารถนิยามได้ว่าเป็น scalar product ของแรงกับความเร็ว

$$P = F\frac{dr}{dt} = Fv \tag{3.3}$$

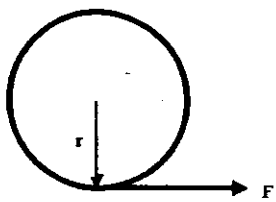
กำลังเฉลี่ยในช่วงเวลา t จะมีค่าเท่ากับงานที่ทำได้ทั้งหมดในช่วงเวลาหารด้วยเวลา นั่นคือ

$$P_{av} = \frac{W}{t} \tag{3.4}$$

หน่วยของกำลัง คือ จูลต่อวินาที (J/s) หรือวัตต์ (W) ดังนั้น 1 วัตต์ คือกำลังของเครื่องกลที่ทำงานได้ในอัตรา 1 จูลต่อวินาที

3.2 ทอร์ก

เมื่อมีแรงมากระทำต่อวัตถุ วัตถุจะไม่เพียงแต่มีการเคลื่อนที่ในทิศของแรงเท่านั้น แต่มักจะมีการหมุนด้วย



รูปที่ 3.1 แสดงแรงที่มากระทำวัตถุซึ่งทำให้เกิดทอร์ก

พิจารณาแรงที่มากระทำต่อวัตถุสมมติว่าผลของแรงนี้ทำให้เกิดการหมุนรอบแกน โดยระยะตั้งฉากของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ถึงจุดศูนย์กลางเรียกว่า แขนหมุน ดังนั้นทอร์กจึงถูกนิยามด้วยสมการ

$$\Gamma = r \times F \tag{3.5}$$

หน่วยของทอร์ก คือ นิวตันเมตร (Nm)

3.3 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลัง และทอร์ก

มอเตอร์ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล ดังนั้นกำลังที่ให้กับมอเตอร์ก็จะมีความสัมพันธ์กับทอร์กที่มอเตอร์ให้ออกมา

จากกำลังซึ่งเท่ากับแรงคูณกับความเร็ว ถ้าพิจารณาความเร็วของแกนหมุนซึ่งมีค่าเท่ากับความเร็วเชิงมุมคูณกับระยะจากจุดศูนย์กลาง จะได้ว่ากำลังมีค่าเท่ากับ

$$P = F\omega r \tag{3.6}$$

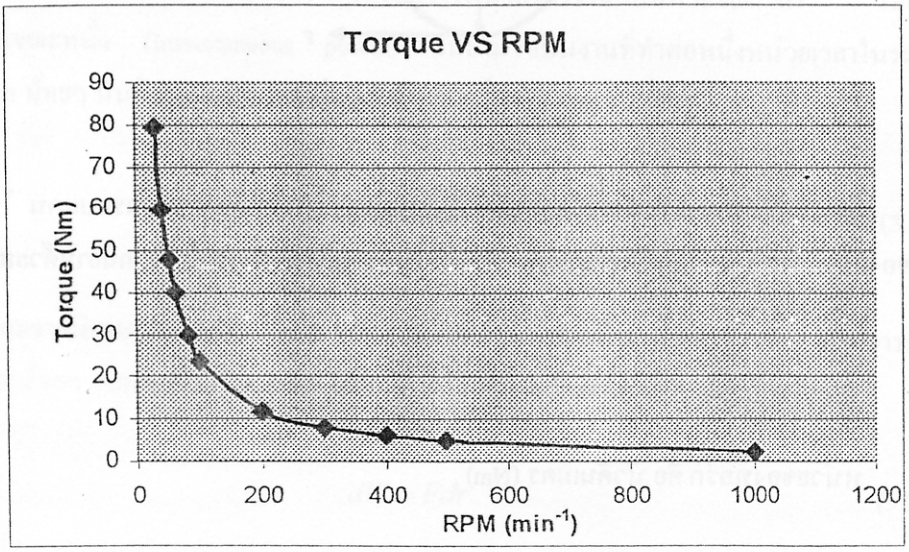
และจากทอร์ก ถ้าพิจารณาแรงที่ตั้งฉากกันระยะจากจุดศูนย์กลาง จะได้ว่า

$$\Gamma = Fr \tag{3.7}$$

จากสมการที่ และ จะพบว่ามีความสัมพันธ์กันดังสมการต่อไปนี้

$$P = \Gamma\omega \tag{3.8}$$

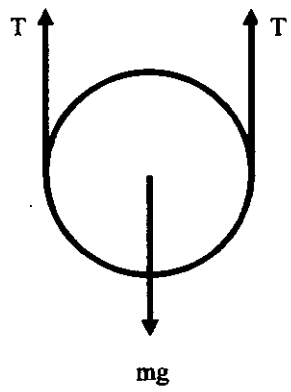
จากความสัมพันธ์ดังกล่าวสามารถนำมาสร้างกราฟเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างทอร์กที่ได้จากมอเตอร์ และความเร็วรอบของแกนหมุน โดยกำหนดให้ค่ากำลังของมอเตอร์มีค่าคงที่ได้ดังนี้



รูปที่ 3.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างทอร์กกับความเร็วรอบที่กำลังของมอเตอร์ 250 วัตต์

3.4 รอก

สำหรับระบบรอกที่ใช้ในหุ่นยนต์จะใช้รอกประเภทรอกเคลื่อนที่ ซึ่งรอกประเภทนี้จะช่วยผ่อนแรง



รูปที่ 3.3 แสดงภาพของรอกเคลื่อนที่

หลักการที่ใช้ในการอธิบายเรื่องของรอก จะใช้กฎของนิวตันข้อที่ 1 นั่นคือ ถ้าแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุมีค่าเท่ากับศูนย์ จะทำให้วัตถุนั้นเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ หรือหยุดนิ่ง ดังนั้นจากกฎของนิวตันเราสามารถสร้างความสัมพันธ์ของแรงที่ใช้ในการดึงรอก กับมวลของวัตถุที่ติดกับรอก โดยความสัมพันธ์ดังกล่าวจะไม่คิดมวลของรอก และแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นบนรอก จะได้ว่า

$$T = \frac{mg}{2} \tag{3.9}$$

จากสมการดังกล่าวจะพบว่ารอกเคลื่อนที่สามารถผ่อนแรงได้ครึ่งหนึ่งของมวลที่จะยก

ตอนที่ 2 ส่วนที่เกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์

3.5 การใช้งานบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่น "CP-PIC V4.0"

บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ CP-PIC V3.0 & V4.0 ที่ได้ออกแบบนี้ เป็นบอร์ดที่ออกแบบไว้ใช้งานกับ ไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล PIC โดยจะสามารถใช้ได้ กับเบอร์ 16F877-20P, 18F442 และ 18F458 หรือเบอร์อื่นๆ ที่มีโครงสร้างและตำแหน่งขาสัญญาณเหมือนกันโดย CPU แต่ละเบอร์ก็จะมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันซึ่งสามารถสรุปคุณสมบัติของ CPU แต่ละเบอร์อย่างคร่าวๆ ดังตารางด้านล่าง

DEVICE	Program Memory	Data Memory		CAN Module	I/O (Bit)	OSC max (MHz)	Timers	PLL
	Flash	RAM (Bytes)	EEPROM (Byte)					
PIC 16F877	8K (14-Bit Words)	368	256	NO	33	20MHz	3	NO
PIC 18F442	16 Kbyte	768	256	NO	34	40MHz	4	YES
PIC 18F458	32 Kbyte	1536	256	YES	34	40MHz	4	YES

ตารางที่ 3.1 แสดงคุณสมบัติของ CPU

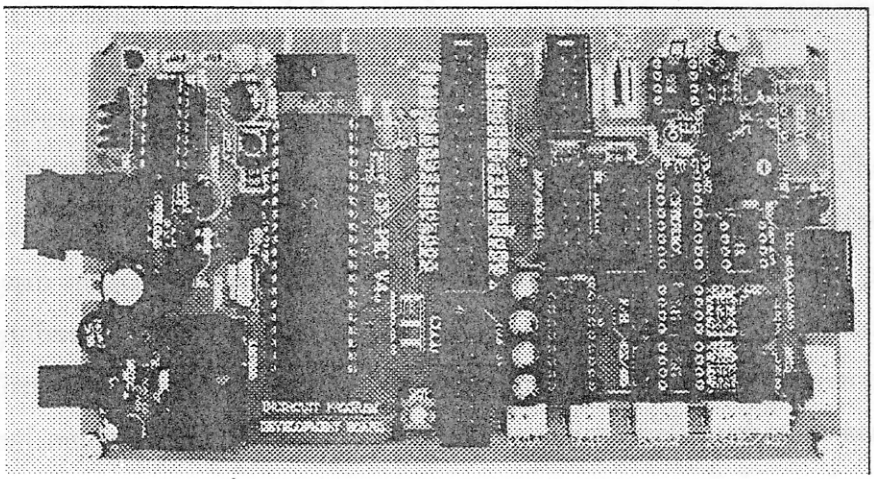
CPU ดังกล่าวจะบรรจุอยู่ภายในตัวถังแบบ DIP ขนาด 40 ขา และมีทรัพยากรต่างๆบรรจุไว้ภายในตัว CPU อย่างครบถ้วน ไม่ว่าจะเป็น ADC/TIMER/COUNTER/PWM หรือ PORT I/O ต่างๆ ซึ่งมีความเหมาะสมในการนำไปประยุกต์ใช้งานในลักษณะต่างๆได้เป็นอย่างดี สำหรับอุปกรณ์ I/O ต่างๆ ซึ่งไม่ได้มีบรรจุไว้ในตัวCPU ก็ได้จัดหาและทำการออกแบบวงจรสำหรับเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่างๆที่มีความจำเป็นไว้ให้ด้วยแล้ว ไม่ว่าจะเป็นจอแสดงผลแบบ LCD ระบบฐานเวลา RTC วงจร Line Driver สำหรับการสื่อสารข้อมูลอนุกรมแบบ RS232 และ RS422/485 และยังสามารถให้ผู้ใช้ทำการเพิ่มเติมอุปกรณ์ I/O อื่นๆเข้าไปได้อีกตามความจำเป็นในการใช้งาน

CP-PIC V4.0 เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีการออกแบบวงจรสำหรับเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ I/O ภายนอกอื่นๆทีมีความจำเป็นไว้รองรับการใช้งานในลักษณะต่างๆ เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถนำบอร์ดไปใช้งานในลักษณะงานที่แตกต่างกันได้ โดยไม่ต้องดัดแปลงวงจร หรือ อาจดัดแปลงวงจรเพียงเล็กน้อยสำหรับงานบางอย่าง ซึ่งบอร์ดรุ่นนี้ เหมาะสำหรับกลุ่มผู้ที่ต้องการนำ บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ไปใช้งานจริงๆแต่ไม่สะดวกที่จะสร้างบอร์ดเอง ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

- RS-232 1 แชนเนล
- RS-422/485 1 แชนเนล (IC 75176 เป็น Option)
- ETT CON 34 PIN (ET BUS I/O 34PIN)
- 5 Volt Regulator On Board
- วงจรโปรแกรมแบบ High Voltage ภายในบอร์ด
- ใช้ Adaptor 16VDC (Option)
- ADC/IO (CPU) พอร์ตสำหรับต่อ อินพุตอนาลอก 8 Channel
- CLCD 14 PIN พอร์ตสำหรับต่อ LCD (4 Bit Data)
- RTC PCF8583P (Option)
- EEPROM ตั้งแต่เบอร์ 2432 ขึ้นไป (Option)

- I2C IN/OUT เป็นIC ขยายพอร์ต I/O #PCF8574AP (Option)
- KBI/IO 10 Pin สำหรับต่อกับ Keyboard หรือ ใช้เป็น Input /Output Port
- Relay Onboard 5V 1ตัว (Option)
- MCRB02TTL ขั้วต่อ Magnetic Card Reader
- Mini Speaker/Buzzer
- I2C BUS(EXPAND)
- PWM1 ขั้วต่อสำหรับใช้งาน Capture/Compare/PWM ตัวที่หนึ่ง
- PWM2 ขั้วต่อสำหรับใช้งาน Capture/Compare/PWM ตัวที่สอง

หมายเหตุ Option คือ ส่วนที่ออกแบบไว้ให้เป็น Socket เปล่าๆหากต้องการใช้งานต้องหาซื้อเพิ่มเอง



รูปที่ 3.4 แสดงลักษณะของบอร์ด CP-PIC V4.0

ที่มา บริษัท ETT จำกัด

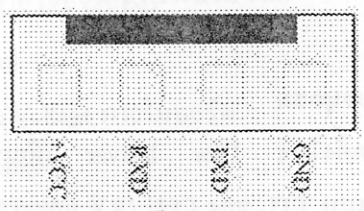
3.6 การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม

ในกรณีนี้จะต้องทำการติดตั้งไอซี Line Driver เพื่อเปลี่ยนระดับสัญญาณทางไฟฟ้าของขาสัญญาณสำหรับรับ-ส่ง ข้อมูลแบบ TTL ของ CPU (RX และ TX) ให้เป็นระดับสัญญาณทางไฟฟ้าแบบ RS232 โดยการติดตั้งไอซีเบอร์ MAX232 เพื่อทำหน้าที่เปลี่ยนระดับสัญญาณ TTL จากขาสัญญาณส่งข้อมูล (TX) ของ CPU ให้เป็นระดับสัญญาณ ±12V (±10V หากใช้ 5V Power Supply) สำหรับส่งไปยังขารับสัญญาณ (RX) ของอุปกรณ์ภายนอก และในทางกลับกัน ก็จะทำหน้าที่เปลี่ยนระดับสัญญาณส่ง (TX) แบบ RS232 (±12V) จากอุปกรณ์ภายนอก ให้กลับมาเป็นระดับ TTL เพื่อส่ง

ให้กับขารับข้อมูล (RX) ของ CPU ด้วย โดยเมื่อเปลี่ยนระดับสัญญาณในการรับส่งข้อมูลจาก TTL มาเป็นแบบ RS232 นี้แล้วจะทำให้สามารถทำการ รับ-ส่ง ข้อมูลกับอุปกรณ์ภายนอกที่ใช้ระดับสัญญาณทางไฟฟ้าในการ รับ-ส่ง แบบเดียวกัน (RS232) ได้ไกลขึ้น ประมาณ 50ฟุต หรือ ประมาณ 15 เมตร โดยสามารถทำการ รับ-ส่ง ข้อมูลกับอุปกรณ์ต่างๆได้ในลักษณะของตัวต่อตัว (Point-to-Point) เท่านั้น สำหรับสายสัญญาณที่จะนำมาใช้สำหรับทำการสื่อสารแบบ RS232 นั้น จะใช้สัญญาณเพียง 2-3 เส้น เท่านั้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการในการสื่อสารว่าต้องการสื่อสารแบบทิศทางเดียวหรือสองทิศทาง

- การสื่อสาร RS232 แบบสองทิศทาง ซึ่งจะมีทั้งการรับข้อมูลและส่งข้อมูลไปมา ระหว่างด้านรับและด้านส่ง โดยในกรณีนี้จะต้องใช้สายสัญญาณจำนวน 3 เส้น สัญญาณรับข้อมูล (RXD) สัญญาณส่งข้อมูล(TXD) และสัญญาณอ้างอิง (GND) โดยในการเชื่อมต่อสายนั้นจะต้องทำการสลับสัญญาณกับอุปกรณ์ปลายทางด้วย คือ สัญญาณส่ง (TXD) จากบอร์ด CP-PIC V3.0&V4.0 จะต้องต่อเข้ากับสัญญาณรับ (RXD) ของอุปกรณ์ และสัญญาณส่ง (TXD) จากอุปกรณ์ก็ต้องต่อกับสัญญาณรับ (RXD)ของบอร์ด ส่วนสัญญาณอ้างอิง (GND) จะต้องต่อตรงถึงกัน จึงจะสามารถทำการ รับ-ส่ง ข้อมูลกันได้

- การสื่อสาร RS232 แบบทิศทางเดียว ซึ่งอาจเป็นการรอรับข้อมูลจากด้านส่งเพียงอย่างเดียว หรืออาจเป็นการส่งข้อมูลออกไปยังปลายทางเพียงอย่างเดียว โดยไม่มีการโต้ตอบข้อมูลซึ่งกันและกัน ซึ่งวิธีนี้จะใช้สายสัญญาณเพียง 2 เส้น เท่านั้น โดยถ้าเป็นทางด้านส่ง ก็จะต่อเพียงสัญญาณส่ง (TXD) และสัญญาณอ้างอิง (GND) แต่ถ้าเป็นทางด้านรับ ก็จะต่อเพียงสัญญาณรับ (RXD) และ สัญญาณอ้างอิง (GND) เท่านั้น โดยขั้วต่อของสัญญาณ RS232 ของบอร์ด CP-PIC V3.0&V4.0 นั้น จะเป็นจุดเชื่อมต่อของสัญญาณ รับ-ส่งข้อมูล ที่เปลี่ยนระดับสัญญาณเป็นแบบ RS232 แล้ว ซึ่งจะมีลักษณะเป็นแบบขั้ว CPA ขนาด 4 PIN สำหรับใช้เป็นจุดเชื่อมต่อสัญญาณ รับ-ส่ง ข้อมูลกับอุปกรณ์ภายนอก โดยมีลักษณะการจัดเรียงสัญญาณดังนี้



รูปที่ 3.5 แสดงขั้วต่อสัญญาณ RS232

ที่มา บริษัท ETT จำกัด

ซึ่งจะเห็นได้ว่าขั้วต่อสัญญาณ RS232 ของบอร์ดนั้น จะมีทั้งหมด 4 เส้น แต่ในการ รับ-ส่งข้อมูลแบบปรกตินั้น จะใช้สัญญาณเพียงแค่ 3 เส้น คือ RXD,TXD และ GND เท่านั้น ส่วน +VCC ซึ่งเป็นไฟเลี้ยงวงจร +5V นั้นออกแบบเผื่อไว้ในกรณีที่อุปกรณ์ปลายทางเป็นวงจรขนาดเล็กและไม่สะดวกที่จะหาแหล่งจ่ายไฟให้กับอุปกรณ์ปลายทางด้วย ก็อาจต่อไฟเลี้ยงวงจร +VCC นี้ออกไปให้กับอุปกรณ์ปลายทางด้วยก็ได้เช่นกัน